

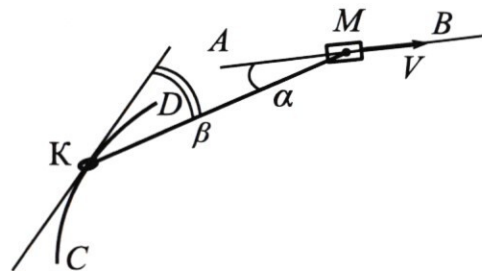
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

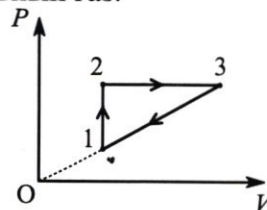
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



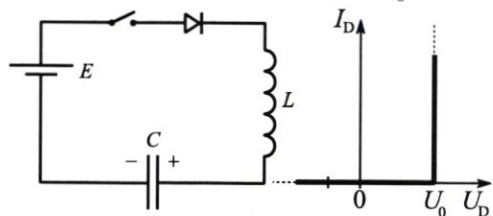
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

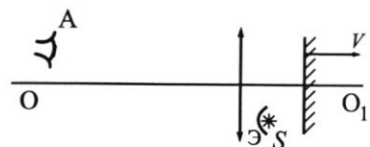
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.



5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?



- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

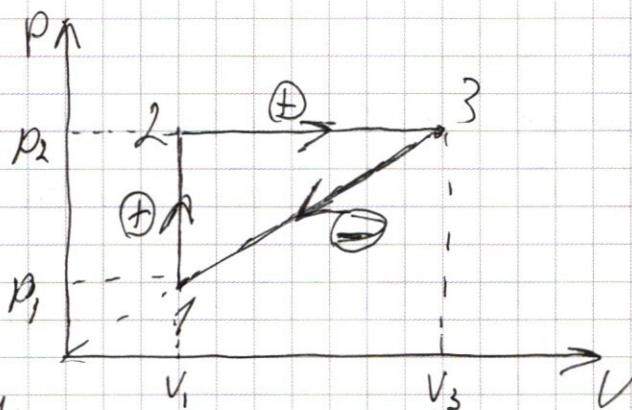
№ 7

Дано:

идеальный одно-
атомный газ

- 1) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$
- 2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$
- 3) $\eta - ?$

Решение:



1) На участке 1-2 (урав. состояния):

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

т.к. процесс изотермический, то

$$\frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2}, \text{ тогда чем больше давле-}$$

ние, тем больше температура. Из графика видно, что $P_1 < P_2 \Rightarrow T_2 > T_1$, тогда в про-
цессе 1-2 температура повышается.

Процесс 2-3 (урав. состояния): $\begin{cases} P_2 V_2 = \nu R T_2 \\ P_2 V_3 = \nu R T_3 \end{cases}$

процесс 2-3 - изобарный ($P = \text{const}$), тогда

чем больше объем, тем больше темпе-
ратура $\Rightarrow T_3 > T_2 \Rightarrow$ в процессе 2-3 темпе-
ратура ~~температура~~ повышается

Процесс 3-1: $\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_2 V_3 = \nu R T_3 \end{cases}$ Из графика: $P_1 < P_2 \Rightarrow V_1 < V_3$

$\Rightarrow P_2 V_3 > P_1 V_1$, тогда $\nu R T_3 > \nu R T_1 \Rightarrow T_3 > T_1$, т.е.

температура ~~температура~~ понижалась. Тогда

искомое отношение $-\frac{C_{12}}{C_{23}}$. Т.к. процесс 1-2 - изохора, то $C_{12} = C_V = \frac{3}{2}R$, т.к. процесс 2-3 - изобара, то $C_{23} = C_P = \frac{5}{2}R$, тогда

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5}$$

2) Первый закон термодинамики для газа:

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

Т.к. процесс изобарный, то $Q_{23} = \nu C_P \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$

$$\Delta U_{23} = \nu C_V \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}, \text{ тогда}$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} - \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \nu R \Delta T_{23}, \text{ тогда}$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$$

3) Первый закон термодинамики за цикл:

$$\begin{cases} Q_{12} = \Delta U_{12} \quad (A_{12} = 0, \text{ т.к. } \Delta V = 0) \\ Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \\ Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \\ Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \\ Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \end{cases}$$

В процессе 1-2 газ получает тепло, т.к. $\Delta T_{12} > 0$ и тогда $Q_{12} = \nu C_V \Delta T_{12} > 0$ ($C_V > 0$). Аналогично в процессе 2-3 газ получает тепло, т.к. $\Delta T_{23} > 0 \Rightarrow Q_{23} = \nu C_P \Delta T_{23} > 0$. В процессе 3-1 газ отдает тепло, т.к. $T_1 - T_3 < 0 \Rightarrow \Delta U_{31} = \nu C_V (T_1 - T_3) < 0$ и $A_{31} < 0$, т.к. газ сжимался.

$$\eta = \frac{A_0}{Q_{12} + Q_{23}}, \text{ где } A_0 - \text{ работа газа за цикл.}$$

Работа газа за цикл — площадь под.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ного цикла, тогда $A_0 = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_2)$.

$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A_0$ (следует из принципа сохранения энергии)

$$A_0 = A_{12} + A_{31}$$

$$A_{12} = p_1 (V_3 - V_2); \quad A_{31} = \frac{1}{2} (p_3 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (p_3 - p_1) (V_3 - V_2)$$

учет на участке 1-3 $p \propto V$ $p(V) = 2V$, тогда уравнения становятся:

$$\begin{cases} 2V_1^2 = 2nT_1 \\ 2V_3^2 = 2nT_3 \end{cases} \Rightarrow 2(V_3^2 - V_1^2) = 2n(T_3 - T_1)$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} (p_1 + p_3) (V_3 - V_1) = \frac{2(V_1 + V_3)(V_3 - V_1)}{2} = \frac{2V_3^2 - 2V_1^2}{2} = \frac{2n(T_3 - T_1)}{2}$$

$$A_0 = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (p_3 - p_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (2V_3 - 2V_1) (V_3 - V_1) = \frac{2(V_3 - V_1)^2}{2}$$

$$\eta = \frac{A_0}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{2(V_3 - V_1)^2}{2(V_3 - V_1)^2} = 1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} nR (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} nR \left(\frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) \right) = \frac{3}{2} V_1 (p_3 - p_1) = \frac{3}{2} V_1 (2V_3 - 2V_1) = \frac{3}{2} 2V_1 (V_3 - V_1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} nR (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} 2(V_3 - V_1) \cdot p_2 = \frac{5}{2} 2(V_3 - V_1) \cdot p_2$$

$$\eta = \frac{2(V_3 - V_1)^2}{2(V_3 - V_1)^2} = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $E \cdot 0,25d = \varphi_1 - \varphi_3$

$E \cdot 0,25d = \varphi_1 - \varphi_3$ (где φ_1 - потенциал правой обкладки, φ_3 - потенциал частицы)

Введем систему координат с правой обкладкой, тогда $\varphi_1 = 0 \Rightarrow E \cdot 0,25d = -\varphi_3$

$$-\varphi_3 = \frac{1}{4}d \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{Qd}{4\epsilon_0 S}$$

$A = q(\varphi_\infty - \varphi_3)$; φ_∞ (потенциал на бесконечности) равен нулю, тогда работа $A = -q\varphi_3$, т.е.

$A = q \cdot \frac{Qd}{4\epsilon_0 S}$, тогда по ЗСЭ:

$$A = \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow 2A = m v_2^2; 2 \cdot \frac{qd}{4\epsilon_0 S} \cdot Q = m v_2^2$$

$$\frac{jd}{2\epsilon_0 S} \cdot Q = v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{jd}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{3\epsilon_0 S d}{2j T^2}} = \sqrt{\frac{3d^2}{4T^2}} = \frac{d\sqrt{3}}{2T}$$

Отв.: 1) $\frac{3d}{2T}$; 2) $Q = \frac{3\epsilon_0 S d}{2j T^2}$; 3) $v_2 = \frac{d\sqrt{3}}{2T}$

(№4)

Дано:	Найти:	Решение:
$C = 40 \text{ нКФ}$	1) скорость возр.	Ток пойдет тогда, когда на
$U_1 = 5 \text{ В}$	тока после	диодов будет напряжение
$U_0 = 1 \text{ В}$	замкнутого ключа.	U_0 . Если $U_0 \neq U_0$, то ток
$E = 9 \text{ В}$	2) $I_{\max}$	диод не идет. Т.к. диоды
$L = 0,1 \text{ ГН}$	3) U_2	катушка подключена

попавать только, то пока ток не идёт через диод, то он не идёт через катушку
 1) $E = L \dot{I} + U_d \Leftrightarrow$ (Вначале ток не пойдёт, из-за индуктивности катушки).
 $\Leftrightarrow \dot{I} = \frac{E - U_d}{L} = \frac{9B - 5B}{0,1H} = 40 \frac{B}{H}$

2) После того, как напряжение на диоде $U_0 = U_0$ пойдёт ток. В этот момент он будет максимальный, тогда напряжение на конденсаторе $U_c = E - U_0 = 8B$

$$A = q \Delta q, \Delta q = (U_c - U_d) = (U_c - U_0)$$

$$A = \Delta W_c + \frac{L I_{max}^2}{2}$$

$$qC(U_c - U_0) = \frac{CU_c^2}{2} - \frac{CU_0^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2}$$

$$2qC(U_c - U_0) - C(U_c + U_0)(U_c - U_0) = L I_{max}^2$$

$$(U_c - U_0) (2qC - C(U_c + U_0)) = L I_{max}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{max} = \sqrt{(U_c - U_0) / (2qC - C(U_c + U_0))} =$$

$$= \sqrt{(8B - 5B) / (2 \cdot 40 \text{ мкФ} \cdot (8B - 5B) (2 \cdot 9B - (8B + 5B)))} =$$

$$= \sqrt{40 \text{ мкФ} \cdot 3B \cdot 6B} = \sqrt{40 \text{ мкФ} \cdot 18B} = \sqrt{620} A$$

3) Диод закрыт то закроется тогда, когда ток будет $U_c \geq E$, предельный случай когда $E = U_0 + U_c \Rightarrow U_c = U_2 = 8B$

Ответ: 1) $40 \frac{B}{H}$; 2) $\sqrt{620} A$; 3) $8B$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$$V = 68 \text{ м/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 19 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{3}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

1) V_k ?

2) V_k отн.

шурты-?

3) T ?

Решение:

По условию нить лёгкая, тогда

По закону 3. Ньютона $F_i = m_i a_i$, и

$F_i = m_i a_i$, где m_i — масса части нити, a_i — ускорение этой части, т.п.

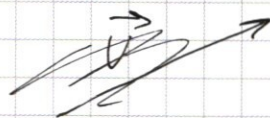
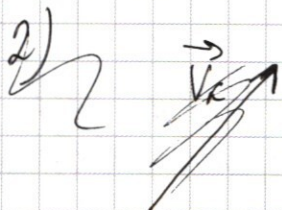
Нить по усл. — лёгкая, то m_i очень мало $\Rightarrow m_i a_i$ очень мало, тогда F_i — очень маленькая величина. Тогда можно считать нить нерастяжимой.

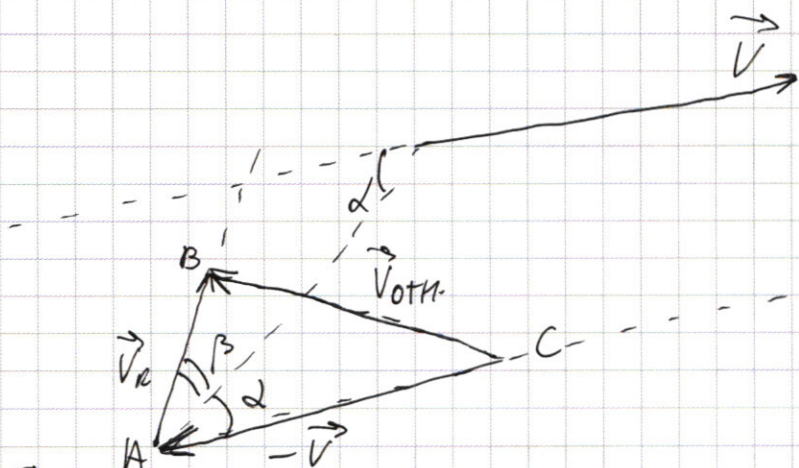
Шурты и пальцы связаны связками нитью, тогда скорости нити и шурты

одинаковы, тогда их скорости вдоль этой нити равны, тогда $V_k \cos \beta = V \cos \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \left(\frac{15}{17} : \frac{4}{5} \right) = V \cdot \frac{75}{68} = 68 \text{ м/с} \cdot \frac{75}{68} =$$

$$= 75 \text{ м/с}$$





По циркуляту сложения скоростей: $\vec{V}_A = \vec{V}_{\text{МЕР}} + \vec{V}_{\text{отн}}$,
т.е. в нашем случае: $\vec{V}_K = \vec{V} + \vec{V}_{\text{отн}}$ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \vec{V}_{\text{отн.}} = \vec{V}_K - \vec{V}$$

по теореме косинусов: $V_{\text{отн.}}^2 = V^2 +$

по т. косинусов для $\triangle ABC$: $V_{\text{отн.}}^2 = V^2 + V_K^2 - 2VV_K \cos(\alpha + \beta)$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{(17-15)(17+15)}}{17} =$$

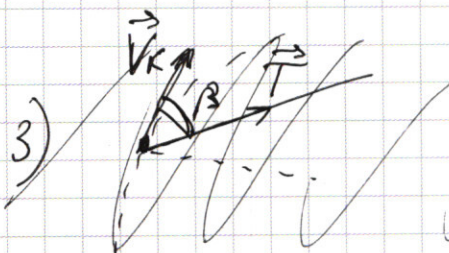
$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 32}}{17} = \frac{8}{17}$$

$$\text{Аналогично } \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \sqrt{\frac{9}{25}} =$$

$$= \frac{3}{5}, \text{ тогда } \cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} =$$

$$= \frac{60}{85} - \frac{24}{85} = \frac{36}{85}, \text{ тогда } V_{\text{отн.}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85}$$

$$V_{\text{отн.}} \approx 260 \text{ см/с}$$



$T \sin \beta = m a_{\text{ц.}}$ $\Rightarrow m$, где $a_{\text{ц.}}$ — центростремительное ускорение, тогда

$$T \sin \beta = m \frac{V_K^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m V_K^2}{R \sin \beta}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 6 \\ 68 \\ \times 0,8 \\ \hline 544 \\ 408 \\ \hline 4624 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 75 \\ \hline 375 \\ 2375 \\ \hline 5625 \\ + 4624 \\ \hline 10249 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \quad 3 \quad 2 \\ \times 1875 \\ \hline 05 \\ 9375 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 190 \\ 6 \\ \hline 1140 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 190 \\ \times 5 \\ \hline 950 \end{array}$$

$$\times 190$$

$$36 \cdot 75 \cdot 68 \cdot 2 = 36 \cdot 15 \cdot 68 \cdot 2 = 8517$$

$$0,5 \cdot 75 = 25$$

$$\begin{array}{r} 1875 \\ 5625 \cdot 0,5 = 9375 \\ \hline 3190 \\ 190 \end{array}$$

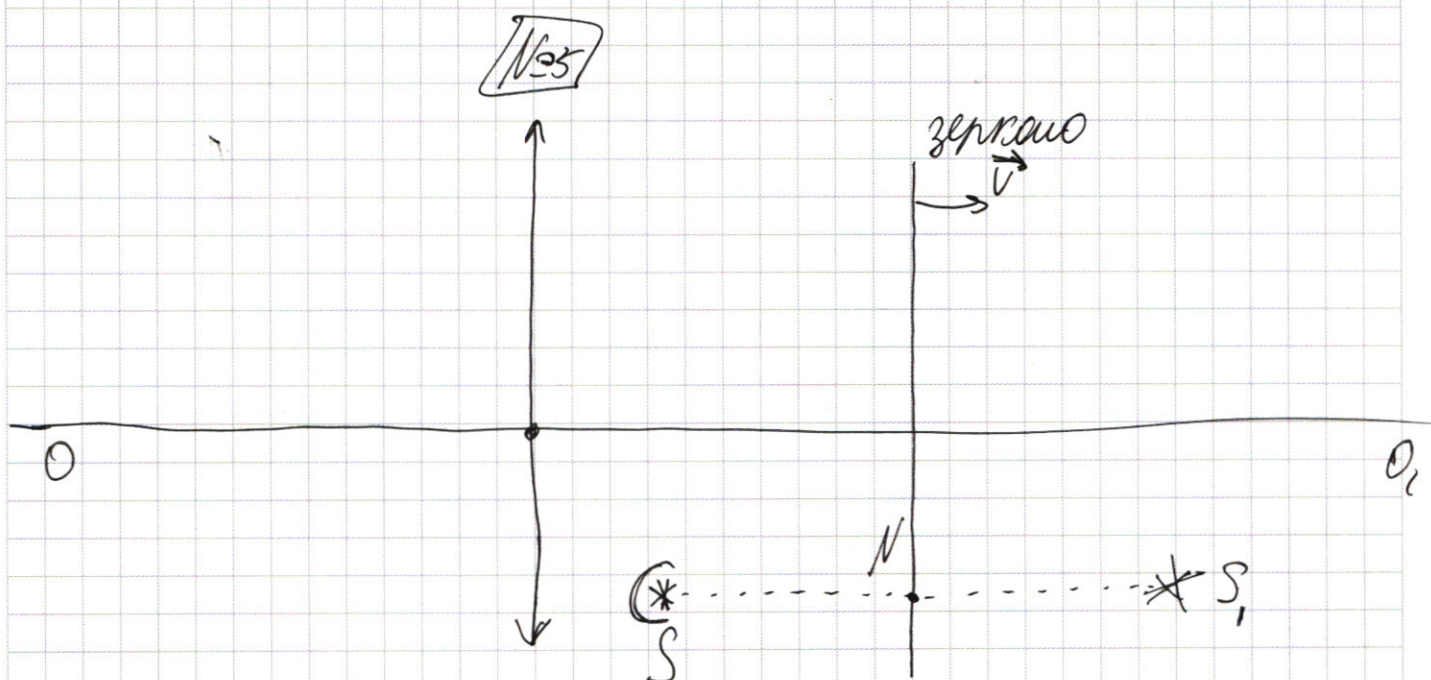
$$1275$$

$$\begin{array}{r} 190 \\ \times 4 \\ \hline 760 \end{array}$$

$$9375 - 760 = 127,5$$

40

$$T = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot (75 \text{ см/с})^2}{19 \text{ м} \cdot \frac{3}{5}} \approx \frac{0,5 \text{ кг} \cdot 75^2 \text{ см}^2/\text{с}^2}{3 \cdot 190 \text{ см}}$$



- 1) S_1 - мнимое изображение источника S ,
 S_1 - источник для линзы
 Расстояние от S_1 до линзы $d = 2NS_1 + \frac{F}{2}$,
 $SN = NS_1$ (симметрия относительно зеркала)
 $NS_1 = F - \frac{F}{2} = \frac{F}{2}$, тогда $d = 2 \cdot \frac{F}{2} + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$

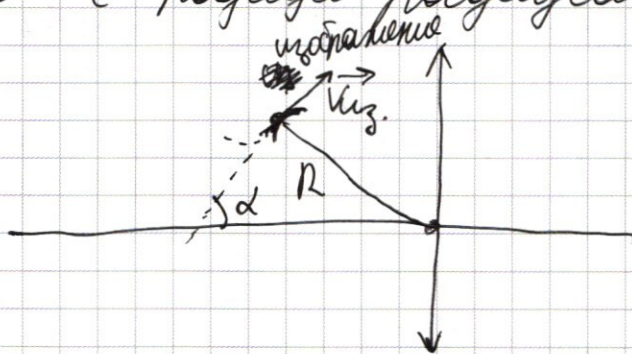
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \text{ т.е. } \frac{1}{3F/2} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

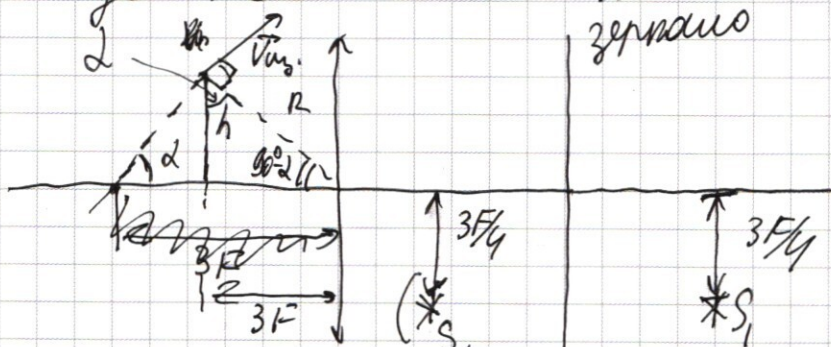
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{2}{3F}, \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F} \Rightarrow \underline{f = 3F}$$

2) Изображение будет получаться по кривой траектории. В данный момент времени изображение движется по маленькой окружности с радиусом R (см. рис.)



$\vec{v}_{\text{из.}}$ - вектор скорости изображения.

Тогда в данный момент:



$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{3F/2} = 2, \text{ тогда } \frac{h}{3F/4} = F = 2 \cdot 4h = 2 \cdot 3F = 6F \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{6F}{4} = \frac{3F}{2}, \text{ тогда } \operatorname{tg} \alpha = \frac{3F}{h} = \frac{3F}{3F/2} = 2$$

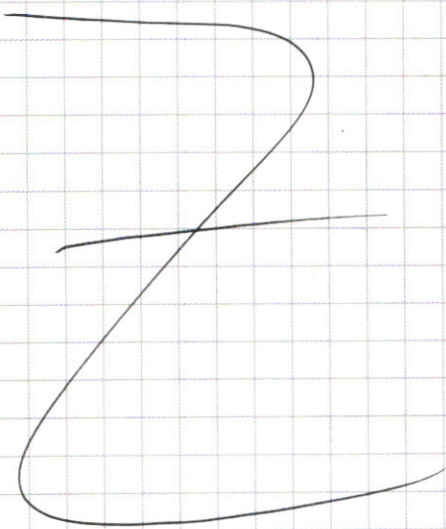
3) Перейдем в систему отсчета, связанную с зеркалом, тогда S движется S в этой системе отсчета движется влево (от зеркала) со скоростью V , т.к. относительно зеркала всё симметрично, то S_1 в этой системе движется со скоростью V вправо, тогда относительно земли S_1 движется со скоростью $U = V + V = 2V$

Пусть V_x — скорость вращения проекция скорости вращения на ось $\parallel OQ$, V_y — проекция скорости вращения на ось $\perp OQ$, тогда $V_{\text{взр.}} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

$$V_x = \Gamma^2 \cdot U \quad V_y = \Gamma U, \text{ т.е. } V_x = 4U = 8V, \quad V_y = 2U = 4V$$

$$V_{\text{взр.}} = \sqrt{16V^2 + 64V^2} = \sqrt{80V^2} = V \sqrt{5 \cdot 8 \cdot 2} = V \sqrt{5 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 2} = 4V\sqrt{5}$$

Ответ: 1) $3V$; 2) $\gamma_2 = 2$; 3) $4V\sqrt{5}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолжение 3-го пункта)

$$\eta = \frac{\frac{\alpha}{2} \frac{(V_3 - V_1)^2}{\frac{3}{2} V_1 (V_3 - V_1) + \frac{5}{2} \alpha V_3 (V_3 - V_1)}}{\frac{1}{2} \frac{(V_3 - V_1)^2}{(V_3 - V_1) \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} \alpha V_3 \right)}} = \frac{1}{4} \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3}$$

$$Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

из уравнения состояния: $\nu R (T_2 - T_1) = V_1 (p_2 - p_1) =$
 $= V_1 (p_3 - p_1) = \alpha V_1 (V_3 - V_1)$

$$Q_{23} = \nu C_p (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

из уравнений состояния: $\nu R (T_3 - T_2) = p_3 (V_3 - V_2) =$
 $= \alpha V_3 (V_3 - V_2) = \alpha V_3 (V_3 - V_1)$, тогда

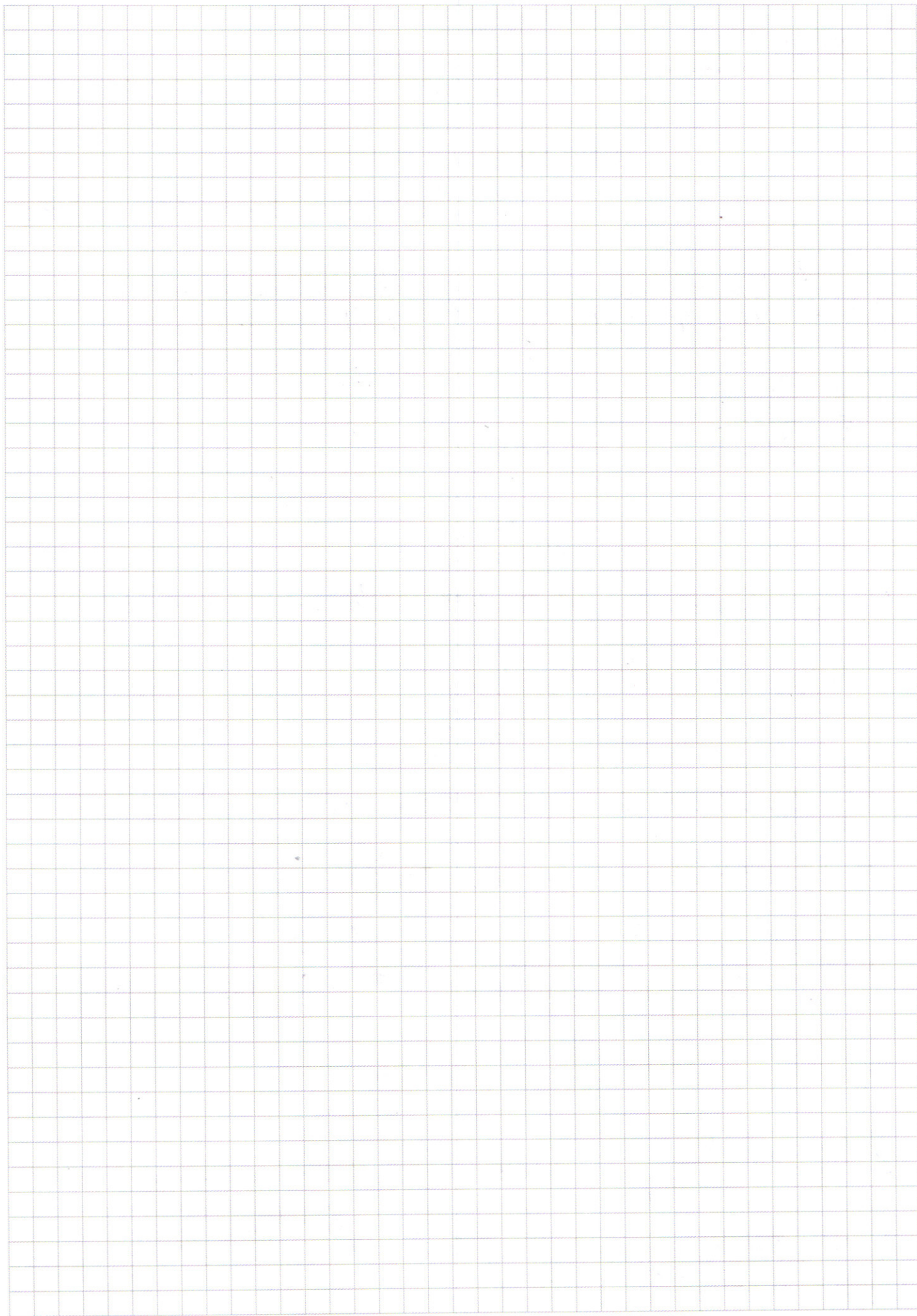
$$\eta = \frac{\frac{\alpha}{2} \frac{(V_3 - V_1)^2}{\frac{3}{2} V_1 (V_3 - V_1) + \frac{5}{2} \alpha V_3 (V_3 - V_1)}}{\frac{1}{2} \frac{(V_3 - V_1)^2}{(V_3 - V_1) \left(\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} \alpha V_3 \right)}} = \frac{1}{4} \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3}$$

пусть $f(V_3) = \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3}$, тогда

$$f'(V_3) = \frac{8V_1}{(3V_1 + 5V_3)^2}. \text{ Тогда } f(V_3) \text{ максимален при}$$

$$V_1 = 0, \text{ тогда } \eta_{\max} = \frac{1}{4} \frac{V_3 - 0}{0 + 5V_3} = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_3}{5V_3} = \frac{1}{20}$$

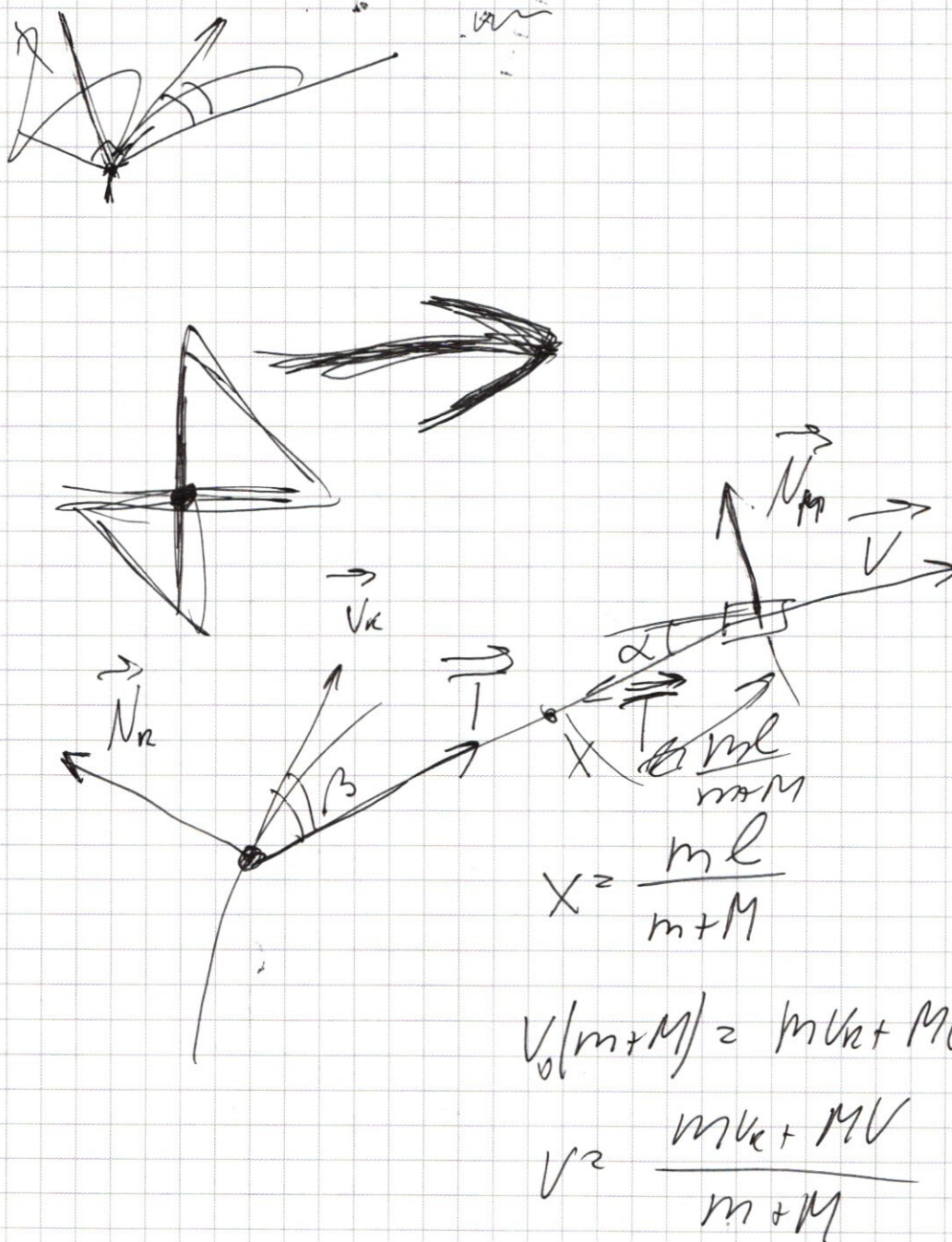
Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) $\frac{5}{2}$; 3) $\frac{1}{20}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{array}{r} 4624 \\ + 5625 \\ \hline 10249 \end{array}$$

10249

$$\frac{36 \cdot 75 \cdot 68 \cdot 2}{85} = \frac{36 \cdot 88 \cdot 2 \cdot 17}{15}$$

$$17 \cdot 2 = 34$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 34 \\ \times 36 \\ \hline 1204 \\ 102 \\ \hline 1224 \end{array}$$

14400

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 15 \\ \hline 125 \\ + 50 \\ \hline 62500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 724 \\ 68 \\ \hline 9792 \\ + 7344 \\ \hline 83232 \end{array}$$

$$10249 - \frac{83232}{15}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 27 \\ \times 27 \\ \hline 789 \\ + 54 \\ \hline 72900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 10249 \\ 15 \\ \hline + 51245 \\ 10249 \\ \hline - 153735 \\ 83232 \\ \hline 70503 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 789 \\ \times 54 \\ \hline 72900 \end{array}$$

2260

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 26 \\ \hline 736 \\ + 52 \\ \hline 62600 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_0 = \frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_3 - V_2) = \frac{1}{2} (p_3 - p_1) (V_3 - V_2) =$$

$$= \frac{\alpha}{2} (V_3 - V_2)^2$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$\int \frac{1}{V_3} = \frac{V_3 - V_2}{3V_1 + 5V_3}$$

$$\nu R \Delta T = V_1 (p_2 - p_1) = V_1 (p_3 - p_1) = V_1 \alpha (V_3 - V_1)$$

$$Q_{12} = \frac{3\alpha}{2} V_1 (V_3 - V_1)$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_2) = \frac{5}{2} p_1 (V_3 - V_2) =$$

$$= \frac{5}{2} \alpha V_1 (V_3 - V_2) = \frac{5}{2} p_3 (V_3 - V_2) = \frac{5}{2} \alpha V_3 (V_3 - V_2)$$

$$\eta = \frac{A_0}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{\frac{\alpha}{2} (V_3 - V_2)^2}{\frac{3\alpha}{2} V_1 (V_3 - V_2) + \frac{5}{2} \alpha V_3 (V_3 - V_2)}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{V_3 - V_2}{\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_3} = \frac{1}{2} \frac{V_3 - V_2}{2V_1} =$$

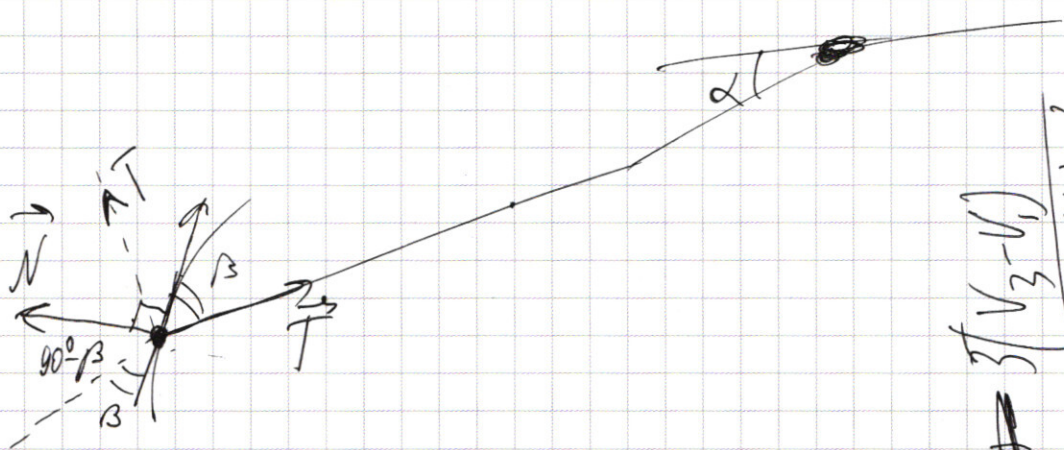
$$= \frac{1}{2} \frac{V_3 - V_1}{2V_1} = \frac{1}{2} \left(\frac{V_3}{2V_1} - \frac{1}{2} \right)$$

максимум, когда

$$\eta = \frac{1}{2} \frac{V_3 - V_2}{\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_3}$$

$$V_3 - V_2 = \frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_3, \text{ т. к. } \eta = \frac{1}{4} \frac{V_3 - V_2}{\frac{3}{2} V_1 + \frac{5}{2} V_3} \Rightarrow \eta = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{20}$$

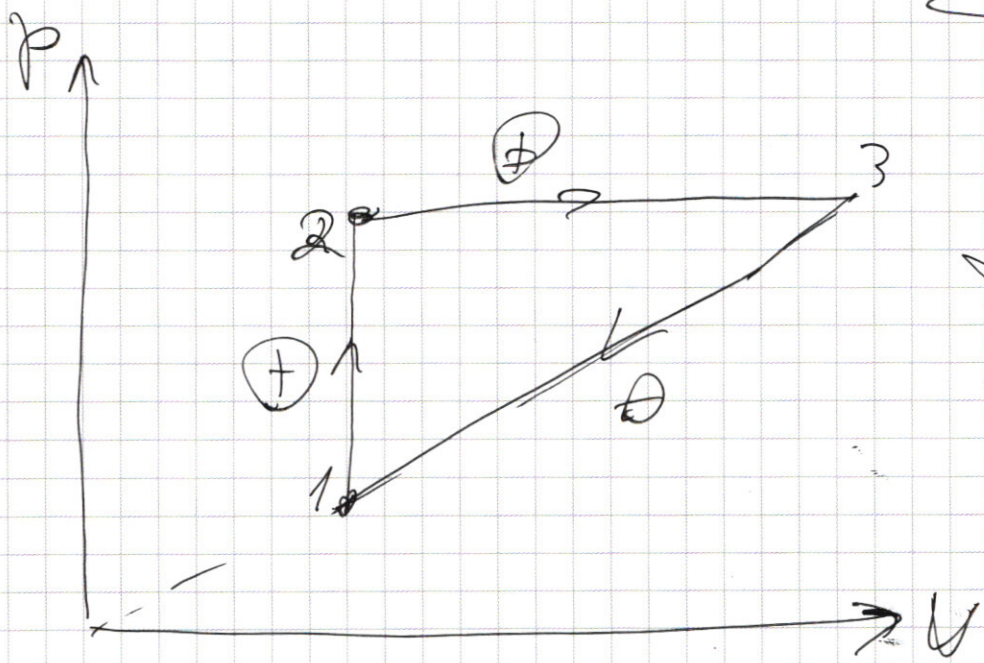
$$3V_1 + 5V_3 - 5V_3 + 5V_1 = 8V_1 = 0$$



$$N \sin \beta - T \sin \beta = m \frac{(v \sin \beta)^2}{R}$$

$$T \sin \beta - N = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{1}{3V_1 + 5V_3} = \frac{3(V_3 - V_1)^2}{(3V_1 + 5V_3)^2}$$



$$A_0 \approx \frac{1}{2}$$

$$D = \frac{A_0}{\omega_{12} + \omega_{23}} = 1 - \frac{\omega_{31}}{\omega_{12} + \omega_{23}} ; \quad \begin{aligned} dV_1^2 &= \partial n_1 \\ dV_2^2 &= \partial n_3 \end{aligned}$$